

[文章编号 1000-1182(2004)04-0287-03]

# Nd:YAG 激光辅助去除陶瓷托槽对托槽的 粘接强度及髓腔温度影响的研究

白 丁<sup>1</sup>, 刘筱琳<sup>2</sup>

(1. 四川大学华西口腔医院 正畸科, 四川 成都 610041; 2. 大连市口腔医院 正畸科, 辽宁 大连 116021)

**[摘要]** 目的 研究国产 DL-200 型计算机控制脉冲 Nd:YAG 口腔激光机去除陶瓷托槽的最佳技术参数。方法 观察未使用激光照射组, 以及激光功率 5 W、照射时间 2 s 组, 功率 3 W、照射时间 3 s 组和功率 2 W、照射时间 5 s 组, 3 种参数下激光对陶瓷托槽的粘接强度及髓腔温度的影响。结果 激光照射后可以显著降低陶瓷托槽的粘接强度, 约降低 50%, 4 组间的平均粘接强度差异有统计学意义 ( $P < 0.001$ ); 激光照射后各组髓腔温度均升高, 各组温度升高有统计学意义 ( $P < 0.001$ ), 激光功率 3 W、照射时间 3 s 组髓腔温度只升高 3.65℃, 较其他两组低。结论 国产 DL-200 型计算机控制脉冲 Nd:YAG 口腔科激光治疗机激光照射后可以显著降低陶瓷托槽的粘接强度, 去除陶瓷托槽的最佳参数是激光功率 3 W、照射时间 3 s, 这一能量不会明显升高牙髓温度。

**[关键词]** 激光; 陶瓷托槽; 去托槽; 粘接强度

**[中图分类号]** R 783.5 **[文献标识码]** A

## The Effects of Nd:YAG Laser-aided Debracket on the Bonding Strength of Brackets and the Temperature of Pulp Cavity

BAI Ding<sup>1</sup>, LIU Xiao-lin<sup>2</sup>. (1. Dept. of Orthodontics, West China College of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Dept. of Orthodontics, Stomatology Hospital of Dalian, Dalian 116021, China)

**[Abstract]** **Objective** To study the best parameter of impulse Nd:YAG Laser-aided debracket. **Methods** To measure the bonding strength of ceramic bracket and pulp cavity temperature after different laser energy. First group was not irradiated by laser, second group was irradiated by laser of power 5W and irradiating duration 2s, third group was power 3W and duration 3s, and fourth group was power 2W and duration 5s. **Results** There were significant differences of bonding strength among the four groups. The bonding strength of ceramic bracket was significantly reduced by laser irradiating. There were significant differences of the pulp cavity temperature increasing among different laser power irradiating groups. The lowest temperature increasing (3.65℃) group was the group of laser power 3W and irradiating duration 3s. **Conclusion** The bonding strength of ceramic brackets was statistically reduced after laser irradiation and the best parameter of impulse Nd:YAG Laser-aided debracket is laser power 3W and irradiating duration 3s.

**[Key words]** laser; ceramic bracket; debracket; bonding strength

陶瓷托槽因能够满足患者的美观要求, 耐用不易变形, 深受患者和医师的喜爱, 但是去除陶瓷托槽时易造成釉质表面损害<sup>1</sup>。国外已有用激光去托槽粘接的研究报道<sup>2</sup>。本研究应用国产 Nd:YAG 激光机去除陶瓷托槽, 观察不同能量、时间等参数设置后对陶瓷托槽与牙面间的抗拉粘接力以及对髓腔温度的影响, 以便找到去除陶瓷托槽的最佳技术参数。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验标本采集

随机选择患者年龄为 12~18 周岁正畸拔除的第

一前磨牙 70 颗 (其中 40 颗测试粘接抗拉强度, 30 颗测试牙髓腔温度), 将新鲜牙清洗干净, 保存于 4℃ 的 5% 福尔马林液中。体视显微镜下观察实验牙形态正常, 釉质发育良好, 无脱钙、无龋坏及釉质无划痕和裂纹。

### 1.2 实验仪器

DL-200 型计算机控制脉冲 Nd:YAG 口腔科激光治疗机 (北京东泰吉光科技有限公司)。技术参数为激光工作物质 Nd:YAG (掺钕钇铝石榴石), 激光波长 1 064 nm, 平均输出功率 0.25~10 W, 可调, 脉冲宽度 200 μs, 光纤直径 0.6 mm。HLUKE 8840 A 微伏热电势万用表, 精确到 0.001℃, 测温范围 0~200℃。

### 1.3 实验材料

32% 正磷酸 (天津通盛齿科化学科技有限公司), 单组分釉质粘剂 (3M 公司 美国), Clarity 多晶陶瓷

[收稿日期 2004-01-09; 修回日期 2004-03-17]

[作者简介] 白 丁 (1965-), 男, 浙江人, 副教授, 博士

[通讯作者] 白 丁, Tel: 13808183558

托槽 (3M 公司,美国),底面积  $12.6016\text{ mm}^2$ ,伟瓦登特抛光膏(瑞士), $0.635\text{ mm}$  ( $0.025\text{ 英寸}$ ) 结扎丝。

1.4 实验设计与方法

1.4.1 试件的准备 将 40 颗测试粘接抗拉强度的实验牙镶嵌于尺寸  $60\text{ mm} \times 60\text{ mm} \times 500\text{ mm}$  的自凝树脂块中,将牙冠颊面完全暴露,并使颊面尽可能的平行于水平面,每颗牙用软橡皮杯沾抛光膏抛光  $15\text{ s}$ 。将 30 颗髓腔温度测试牙在解剖牙冠下缘处去除牙根,暴露髓腔,去净牙髓组织备用。上述所有实验牙颊面常规酸蚀,3M 釉质粘合剂粘接陶瓷托槽。所有操作均由实验者本人在室温(约  $20^\circ\text{C}$ )、自然光下完成。待粘接剂凝固后,室温水浴  $24\text{ h}$ 。

1.4.2 实验方法 粘接强度测试:将 40 颗抗剪切测试实验牙托槽上结扎不锈钢丝,并做一等长牵引环,将试件随机分为 4 组,每组 10 件。1 组,不用激光照射;2 组,功率  $5\text{ W}$ ,照射  $2\text{ s}$ ;3 组,激光功率  $3\text{ W}$ ,照射  $3\text{ s}$ ;4 组,激光功率  $2\text{ W}$ ,照射  $5\text{ s}$ 。数字式 MTS NEW810  $100\text{ kN}$  万用液压伺服材料实验机进行托槽抗剪切测试。加载速度为  $0.08\text{ mm/s}$ ,加载后立即进行激光照射,激光机的光纤头对准托槽中心,见图 1。匀速加载至粘接剂断裂、托槽脱落,记录最大载荷。每个试件的粘接强度计算如下:粘接强度(MPa) = 最大载荷/托槽底面积。

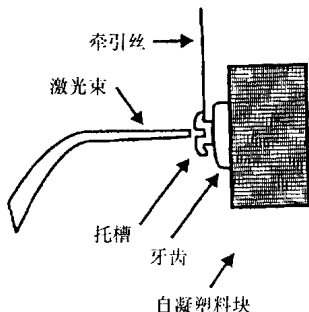


图 1 粘接强度测试实验  
Fig 1 Schematic diagram of test of bonding strength

髓腔温度测试见图 2。要求在室温  $20^\circ\text{C}$ 、湿度  $60\%$  下进行。将 30 颗实验牙随机分为 3 组。1 组激光功率  $5\text{ W}$ ,照射  $2\text{ s}$ ;2 组激光功率  $3\text{ W}$ ,照射  $3\text{ s}$ ;3 组激光功率  $2\text{ W}$ ,照射  $5\text{ s}$ 。将  $0.25\text{ mm}$  镍铬考铜热电偶探头插入到测试牙髓腔内,激光照射后记录髓腔最高温度。

1.5 数据统计处理方式

所有数据用 Excel 录入计算机,统计方法采用 One-way ANOVA。所有计算由 SPSS 11.0/pc 软件包完成。

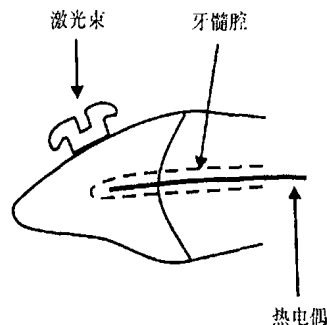


图 2 髓腔温度测试实验  
Fig 2 Schematic diagram of pulp cavity temperature test

2 结果

2.1 不同能量的 Nd:YAG 激光照射对陶瓷托槽与牙面间的粘接强度的影响

不同激光能量照射下托槽粘接强度结果见表 1。激光照射各组在施加外力  $3\sim 4\text{ s}$  后托槽脱落。未使用激光照射组托槽粘接强度为  $11.63\text{ MPa}$ ,而 3 种激光能量照射后粘接强度下降  $50\%$  左右。对 4 组间的平均粘接强度进行方差分析,4 组间的平均粘接强度差异有统计学意义 ( $P < 0.001$ ),表明使用 3 种不同能量的激光照射后均能明显降低陶瓷托槽的粘接强度。

表 1 不同激光能量照射下托槽粘接强度(  $n = 10$  )  
Tab 1 The bonding strength in different groups(  $n = 10$  )

组别	激光能量		粘接强度(MPa)
	功率(W)	照射时间(s)	
1	0	0	$11.63 \pm 0.69$
2	5	2	$4.13 \pm 0.47$
3	3	3	$5.13 \pm 1.67$
4	2	5	$6.56 \pm 0.91$

2.2 不同能量的 Nd:YAG 激光照射后髓腔温度变化

不同激光能量照射下髓腔温度升高情况见表 2。3 种能量激光照射后髓腔温度均升高。对 3 组髓腔温度升高情况进行方差分析,各组温度升高有统计学意义 ( $P < 0.001$ )。第 1 组髓腔温度升高最明显 ( $5.33^\circ\text{C}$ ),第 2 组最低,仅升高  $3.65^\circ\text{C}$ ,明显低于其他两组。

表 2 不同激光能量照射下髓腔温度升高情况  
Tab 2 The changes of temperature of pulp cavity after laser irradiation

组别	激光能量		髓腔温度升高( $^\circ\text{C}$ )
	功率(W)	照射时间(s)	
1	5	2	$5.33 \pm 1.05$
2	3	3	$3.65 \pm 0.80$
3	2	5	$4.52 \pm 0.96$

### 3 讨论

临床上常用的金属托槽的粘接强度为  $8.998 \text{ MPa}^3$ 。本实验结果显示,陶瓷托槽的粘接强度较大,为  $11.63 \text{ MPa}$ 。对于陶瓷托槽,医生关心的问题是粘接力太强,不容易安全去除<sup>4</sup>。临床上去除陶瓷托槽时,易出现陶瓷托槽的破碎、粘接剂残留于牙面,或者出现托槽与粘接剂从牙面剥离、牙釉质撕裂。国外曾相继出现电热去托槽、药物去托槽和超声波去托槽等技术去除陶瓷托槽,但因各自的问题,尚未应用于临床。

Tocchio 等<sup>5</sup> 研究发现  $32 \text{ W/cm}^2$  的 Nd:YAG 激光能量密度适合去除陶瓷托槽。本实验选择的激光能量密度为  $31.64 \text{ W/cm}^2$ ,将激光功率与照射时间分为 3 种组合,结果显示陶瓷托槽激光未照射组粘接强度为  $11.63 \text{ MPa}$ ,激光照射后粘接强度明显下降,约下降一半,其中激光功率  $5 \text{ W}$ 、照射时间  $2 \text{ s}$  组为  $4.13 \text{ MPa}$ ,功率  $3 \text{ W}$ 、时间  $3 \text{ s}$  组为  $5.13 \text{ MPa}$ ,功率  $2 \text{ W}$ 、时间  $5 \text{ s}$  组为  $6.56 \text{ MPa}$ 。说明不同能量激光照射后均可显著降低陶瓷托槽的粘接强度,有利于使托槽与牙面分离,用较小的外力就可以去除托槽,避免陶瓷托槽破碎。与 Tocchio 等<sup>5</sup> 的研究结果一致。

托槽的粘接力主要有机械性粘合力、范德华力和化学键力,陶瓷托槽多为化学粘接,因而粘接强度较大。激光去除陶瓷托槽的原理主要是热效应,光化效应和压强效应<sup>6</sup>。热效应包括热软化和热消融。激光去除陶瓷托槽过程中,不易用实验来区别究竟热软化、热消融、光化反应和压强效应各占多大的比例。如果托槽在  $0.5 \text{ s}$  以内脱落,可以认为是 1 次脉冲就使托槽脱落,是光化效应导致托槽脱落<sup>5</sup>。如果超过  $0.5 \text{ s}$ ,可以认为不止 1 次脉冲托槽才脱落,热消融占主要作用。在本实验中,激光照射  $3 \text{ s}$  后施加外力托槽脱落,应该是热软化起了主要的作用。

既然热效应在激光去托槽中起主要作用,就不能

忽视热对牙齿的损害。温度过高可造成牙髓炎,Zach 等<sup>7</sup> 认为牙髓温度升高的安全极限为  $5.5^\circ\text{C}$ 。本实验结果显示激光功率  $5 \text{ W}$ 、照射时间  $2 \text{ s}$  组髓腔温度最高增加至  $5.33^\circ\text{C}$ ,已经接近安全极限,不宜在临床上使用。而功率  $3 \text{ W}$ 、时间  $3 \text{ s}$  组及功率  $2 \text{ W}$ 、时间  $5 \text{ s}$  组髓腔的温度只升高  $3.65^\circ\text{C}$ ,低于牙髓耐受温度的安全极限,不会损害牙髓,与 Obata 等<sup>8</sup> 的研究一致。

结合不同参数激光照射后陶瓷托槽的粘接强度和髓腔温度的变化,国产脉冲 Nd:YAG 口腔科激光治疗机去除陶瓷托槽的最佳参数是激光功率  $3 \text{ W}$ 、照射时间  $3 \text{ s}$ ,这一能量既可明显降低陶瓷托槽的粘接强度,又不会明显升高牙髓温度、损害牙髓健康。

本研究是离体实验,尚需进一步进行在体实验以确定该激光强度是否对活体牙髓健康产生不良影响。

### [参考文献]

- 1 ] Karamouzos A, Athanasiou AE, Papadopoulos MA. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: a comprehensive review J. Am J Orthod Dentofac Orthop, 1997, 112(1):34-40.
- 2 ] Dunmore T, Fried D. Selective ablation of orthodontic composite by using sub-microsecond IR laser impulse with optical feedback J. Lasers Surg Med, 2000, 27(2):103-110.
- 3 ] 庞光明,白 丁,陈扬熙,等. 正畸不同用氟方法对托槽粘接抗张强度的影响 J. 华西口腔医学杂志, 1999, 17(3):265-266.
- 4 ] Bishara SE. Ceramic brackets and the need to develop national standards J. Am J Orthod Dentofac Orthop, 2000, 117(5):595-597.
- 5 ] Tocchio RM, Williams PT, Mayer H, et al. Laser debonding of ceramic orthodontic brackets J. Am J Orthod Dentofac Orthop, 1993, 103(2):155-162.
- 6 ] 赵福运主编. 实用激光治疗学. 激光在口腔、耳鼻喉、皮肤科的应用 M. 北京:北京医科大学·中国协和医科大学联合出版社, 1997:20-21.
- 7 ] Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat J. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1965, 19(4):515-530.
- 8 ] Obata A, Tsumura T, Niwa K. Super pulse  $\text{CO}_2$  laser for bracket bonding and debonding J. Eur J Orthod, 1999, 21(2):193-198.

(本文编辑 王 晴)

### 《唇腭裂修复外科学》出版

由四川大学华西口腔医学院副院长、博士生导师、全国唇腭裂学组副组长石冰教授任主编,著名唇腭裂整复专家刘建华和李宁毅等教授任副主编的《唇腭裂修复外科学》已由四川大学出版社正式出版发行。这是一部融唇腭裂的基础与临床为一体,着重介绍临床治疗方案与新技术、新方法的唇腭裂专著。全书约 70 万字,插图近千幅。该书的特点为:一是紧密结合临床,便于临床应用;对各类唇腭裂畸形的治疗单独成章进行介绍,又按序列治疗的顺序相互联系,以保证读者对整个治疗过程的认识既具体又有连续性。二是对国内外有关的学术进展不泛泛而谈,而是深入浅出,细腻入微地介绍了笔者自身的经验和体会,力求做到不把不成功、不成熟的技术介绍给读者,不为求得形式的全面而背离本书的编写宗旨。三是突出以外科性治疗为主的序列治疗,这是唇腭裂综合序列治疗的重要基础和核心内容。

该书尤其适宜于临床第一线的口腔科、整复外科医师和从事唇腭裂基础与临床研究的科研工作者阅读。